

STUDI PERANCANGAN KAPAL WISATA *TRIMARAN HYBRID* UNTUK PERAIRAN KEPULAUAN KARIMUNJAWA

Untung Budiarto, Eko Sasmito Hadi, Natanael Martian Dwi Sunarto¹⁾

¹⁾ Program Studi S1 Teknik Perkapalan

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

Email : natanaelmartiands@gmail.com

Abstrak

Kegiatan pariwisata di Karimunjawa yang mulai meningkat harus didukung dengan fasilitas transportasi laut yang memadai. Sedangkan ketersediaan energi fosil yang kian menipis, membuat harga bahan bakar fosil terus merangkak naik. Karena itu muncul ide untuk merancang kapal yang dapat menggabungkan dua sumber energi yang berbeda, yaitu mesin diesel dan *solar cell*. Kapal yang seperti ini disebut dengan kapal *hybrid*. Dalam penelitian ini, fungsi utama kapal yang akan dirancang harus memperhitungkan ukuran utama, rencana garis, rencana umum, analisa hidrostatis, stabilitas kapal dan analisis olah gerak kapal, serta pemilihan peralatan yang sesuai dengan mode hybrid yang akan dirancang. Setelah ukuran utama didapatkan maka analisa kelayakan lambung bisa didapatkan dari *software* pendukung perancangan kapal. Ukuran utama yang dihasilkan dari perhitungan adalah LOA = 14 m, B = 7,94 m, H = 1,64 m, T = 0,75 m. Kapal ini menggunakan motor listrik 75 kW, dengan sumber generator 55 kW, *solar cell* 2 kW, dan baterai 12,6 kW. Dalam sistem *hybrid*, ada tujuh mode yaitu mode solar cell, baterai, generator, solar cell + baterai, solar cell + generator, baterai + generator, dan gabungan solar cell + baterai + generator. Dalam proses analisa, mode hybrid dapat menggerakkan kapal dengan kecepatan maksimal 10,86 knot dengan hambatan 6,24 kN dan membutuhkan daya sebesar 69,6 kW.

Kata kunci : Kapal Wisata, Kepulauan Karimunjawa, *Trimaran*, *Solar Cell*, Generator, *Hybrid*

1. PENDAHULUAN

Taman Nasional Karimunjawa secara geografis terletak antara 5°40'39" – 5°55'00"LS dan 110°05'57"–110°31'15" BT. Secara administratif masuk wilayah Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Letak Taman Nasional Karimunjawa berjarak 45 mil laut dari kota Jepara atau 60 mil laut dari Semarang. Terdiri daratan di Pulau Karimunjawa 1.285,50 Ha dan daratan di pulau Kemujan 222,20 Ha serta perairan di sekitarnya seluas 110.117,30 Ha (Kep. Menhut No.74/Kpts-II/2001 tentang Penetapan Sebagian Kawasan Taman Nasional Karimunjawa seluas 110.117,30 sebagai Kawasan Pelestarian Alam Perairan dengan Berita Acara Tata Batas tanggal 14 Maret 2000.

Ketersediaan energi tak terbarukan yang kian menipis akan menjadi permasalahan besar bagi kehidupan manusia, banyak pemikiran sudah dicurahkan oleh para ilmuwan guna mengantisipasi adanya kemungkinan krisis energi di masa yang akan datang. Para pemimpin dari berbagai negara menggelar konferensi tentang perubahan iklim di Bali (UNFCCC), sebagai tindak lanjut dari Protokol Kyoto yang diselenggarakan di Jepang sebelumnya, sehubungan dengan perubahan

iklim dunia, beberapa negara sepakat untuk mengurangi emisi gas buang pada mesin berbahan bakar mineral, yang dianggap sebagai penyumbang polusi udara terbanyak. [3]

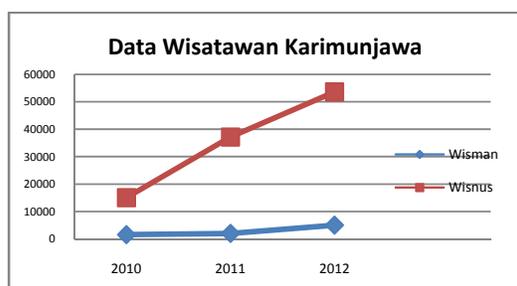
Berdasarkan inilah muncul sebuah ide untuk merekayasa sebuah alat transportasi yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan pariwisata di Kepulauan Karimunjawa yang memadukan energi surya sebagai alternatif energi penggerak dan pembangkit listrik yang digunakan pada alat transportasi tersebut dengan motor listrik yang bersumber dari generator, baterai, dan *solar cell*. Dengan tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan ukuran utama, rencana garis, dan rencana umum. Setelah itu analisa hidrostatis, stabilitas, dan analisa olah gerak kapal, dari sistem hybrid bagaimana perancangan sistem yang efisien dan bagaimana lama pengembalian modal dari investasi tiap mode.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Potensi Wilayah

Karimunjawa adalah sebuah kepulauan di Laut Jawa yang termasuk dalam Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Dengan luas daratan ±1.500 hektare dan perairan ±110.000 hektare, Kepulauan Karimunjawa kini dikembangkan

menjadi pesona wisata Taman Laut yang mulai banyak digemari wisatawan lokal maupun mancanegara.



Gambar 1 Grafik data wisatawan Karimunjawa

Tiap tahun Karimunjawa mengalami peningkatan jumlah wisatawan. Pada tahun 2012 terdapat 5.005 wisman, dan 53.633 wisatawan nusantara. Sedangkan tahun 2011 terdapat 2.016 wisatawan asing dan 37.208 wisnus. [6]

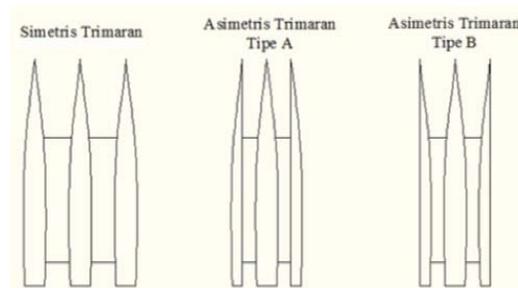
2.2 Gambaran Trimaran

Trimaran merupakan kapal yang terdiri dari tiga *hull*, yaitu satu *mainhull* yang berada di tengah dan memiliki dimensi lebih besar, serta dua *demihull* yang berada di sisi-sisi kapal dan berdimensi lebih kecil. Salah satu keuntungan kapal trimaran adalah pada *displacement* yang sama dengan kapal *monohull*, kapal trimaran memiliki sarat air lebih rendah dibandingkan dengan kapal *monohull*, dengan kondisi perairan Indonesia yang memiliki banyak pulau kecil dan mempunyai sarat air rendah, maka kapal trimaran dapat menjangkau wilayah perairan yang dangkal sehingga pemilihan kapal dengan bentuk badan trimaran diharapkan mampu mengatasinya dengan kelebihan yang dimiliki oleh kapal trimaran tersebut. [1]

2.3 Bentuk Lambung Trimaran

Bentuk lambung Trimaran pada berbagai kapal tidaklah sama. Terdapat banyak model bentuk badan Trimaran, tetapi secara umum ada tiga bentuk dasar dari Trimaran yakni :

1. Simestris
2. Asimetris in-board



Gambar 2 Jenis Lambung Trimaran

2.4 Gambaran Sistem Solar Cell

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas matahari atau sol karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut *sel photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai cahaya-listrik.

Ada kelebihan dan kelemahan yang ada dalam menggunakan solar panel ini. Keuntungan penggunaan *solar cell* antara lain tidak memerlukan bahan bakar, cara pemakai dan merawatnya mudah, ramah lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, dan umur relatif cukup lama, terutama untuk penggunaan di muka bumi

Sedangkan kelemahannya antara lain harganya masih relatif mahal, penggunaannya tergantung pada intensitas sinar matahari, memerlukan unit penyimpanan energi untuk menjamin kelangsungan energi, dan memerlukan permukaan yang luas guna memperoleh daya yang besar.

Jenis Solar Cell yang biasa digunakan *Monokristal*, *Polykristal*, *Amorphous*, *Compound (Gallium Arsenide)*. Dan komponen Sistem Solar Cell yang diperlukan untuk instalasi listrik tenaga surya, terdiri dari Panel Surya (*Solar Cell*), *Inverter*, dan Baterai. [7]

2.5 Penerapan Solar Cell Pada Kapal

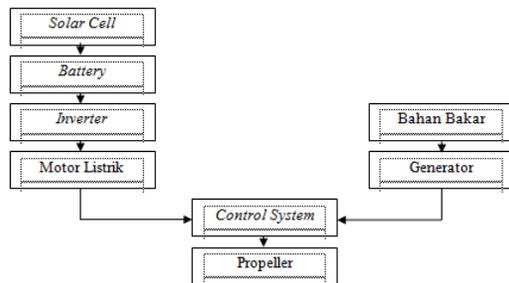
Pada dunia perkapalan, teknologi *solar cell* belum banyak diterapkan. Sudah tentu banyak faktor yang mempengaruhi didalamnya. Dan berikut faktor yang mempengaruhi mengapa teknologi *solar cell* belum banyak diterapkan pada dunia perkapalan :

- Harga investasi *solar cell* yang tinggi.
- Memerlukan instalasi yang rumit.
- Dengan *space* instalasi yang sama, energi yang dihasilkan tidak sebanding dengan energi yang dihasilkan oleh mesin diesel, ini berkaitan dengan kecepatan yang dihasilkan.

- Belum banyak insinyur perkapalan yang mengerti tentang *solar cell*, sehingga tidak banyak yang bisa mereparasi jika kapal mengalami kerusakan.
- Sangat bergantung pada cuaca.

2.6 Gambaran Hybrid

Sistem *hybrid* merupakan sebuah konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi untuk tercapainya sebuah efisiensi dalam berbagai hal. Sebagai contoh mesin diesel yang umum, digabungkan dengan sumber energi lain seperti energi matahari. Penggabungan ini dilakukan oleh sebuah sistem dimana terdapat pertemuan dari dua sumber energi untuk menggerakkan suatu mesin tertentu. Sistem hybrid adalah sistem yang menggunakan dua atau lebih sumber energi atau tenaga penggerak yang berbeda untuk menggerakkan kapal. [4]



Gambar 3 Diagram Skema Hybrid

3. Metode Penelitian

3.1 Studi Literatur

Dalam penyelesaian penelitian ini yang harus diperhatikan dalam studi literatur adalah mempelajari karakteristik kapal trimaran, mempelajari perairan Karimunjawa, mempelajari sistem *solar cell* yang berkaitan dengan sistem *Hybrid* dan mempelajari *software* yang akan digunakan.

3.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data dengan bertanya langsung kepada pihak-pihak yang terkait, antara lain Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Prov. Jawa Tengah, Dinas Pariwisata Kab. Jepara, Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informasi Prov. Jawa Tengah, dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Maritim Semarang.

3.2. Pengolahan Data

Data yang didapat dari hasil *observasi* mengenai kondisi lingkungan di daerah pelayaran Kepulauan Karimunjawa diantaranya adalah tentang kedalaman dan karakteristik air. Dari data-data yang didapatkan kemudian diambil data yang paling ekstrim atau terbesar

untuk menentukan ukuran utama kapal trimaran yang optimal dan memiliki olah gerak yang baik karena kesesuaian ukuran utama dengan karakteristik daerah pelayaran.

4. Perhitungan dan Analisa Data

4.1 Persyaratan (Requirements)

Dalam perancangan kapal ini menggunakan jenis kapal *trimaran*. Dengan jenis *trimaran* stabilitas kapal lebih baik dibandingkan dengan *monohull*, kestabilan kapal sangat diutamakan untuk kenyamanan para penumpangnya.

| Bentuk Lambung | Trimaran Simetris |
|-----------------|-------------------|
| Sarat kapal | 0,75 m |
| Jarak Pelayaran | 27,3 seamile |
| Material | Fiberglass |
| Mesin | Inboard |
| Jml. Penumpang | 30 orang |

Tabel 1 diatas adalah parameter tetap dalam rancangan kapal wisata trimaran hybrid.

4.2 Kapal Pemanding

Dalam penentuan ukuran utama digunakan metode regresi dengan kapal pemanding. Dan berikut data kapal pemanding yang digunakan :

| Kapal Pemanding | L (m) | B (m) | T (m) | H (m) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| DragonFly 1200 | 11,96 | 7,50 | 0,75 | 1,35 |
| Neel 45 | 13,40 | 8,50 | 0,80 | 1,60 |
| C37 RS | 11,27 | 7,80 | 0,65 | 1,55 |
| Le seahorse 70' power | 21,50 | 11,70 | 1,15 | 2,00 |
| Azzum | 12,00 | 6,95 | 0,65 | 1,30 |

Data tabel 2 di atas diambil dari berbagai sumber yang berkaitan dengan kapal trimaran, dan ukuran yang mendekati dengan kapal yang akan dirancang.

4.3 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal pemanding digunakan sebagai acuan dalam menentukan ukuran utama kapal pada pra perancangan ini jika sebelumnya sudah ditetapkan nilai sarat kapal (T) sebesar 0,75 meter.

Dari harga perbandingan pada tabel 3, dapat diketahui harga minimal dan maksimal perbandingan ukuran utama kapal pemanding. Dalam proses perancangan ini yang diambil sebagai parameter untuk menentukan ukuran

utama kapal hanya perbandingan Lwl/B dan B/T [2]. Dengan pengoptimasian perbandingan ukuran utama kapal tersebut, didapat ukuran utama kapal yaitu :

LOA : 14,00 m B : 7,94 m
H : 1,64 m T : 0,75 m

Tabel 3 Parameter Optimasi

| Kapal | L/H | L/B | L/T | B/T | H/T |
|----------------------------|-------|------|-------|-------|------|
| Pembanding | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| Range | 8,38 | 1,44 | 15,95 | 10,00 | 1,80 |
| | - | - | - | - | - |
| | 10,75 | 1,84 | 18,70 | 12,00 | 2,38 |
| DragonFly 1200 | 8,86 | 1,59 | 15,95 | 10,00 | 1,80 |
| Neel 45 | 8,38 | 1,58 | 16,75 | 10,63 | 2,00 |
| C37 RS | 7,27 | 1,44 | 17,34 | 12,00 | 2,38 |
| Le seahorse 70' power | 10,75 | 1,84 | 18,70 | 10,17 | 1,74 |
| Azzum | 9,23 | 1,73 | 18,46 | 10,69 | 2,00 |
| Solar Guard DS (rancangan) | 8,54 | 1,76 | 18,67 | 10,59 | 2,19 |

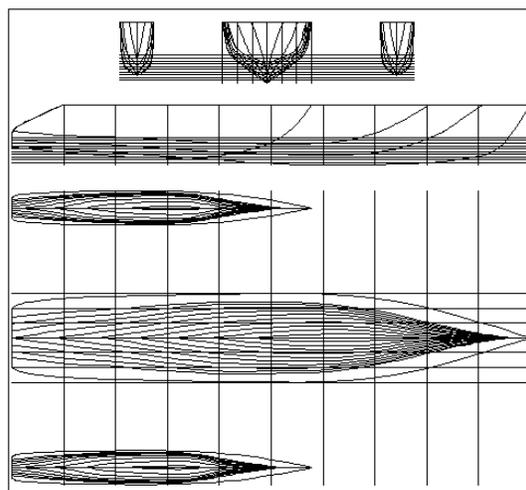
Dari tabel 3 diatas, dapat dilihat parameter optimasi dari kapal rancangan sudah sesuai standar dari kapal pembanding.

4.4 Rencana Garis Kapal

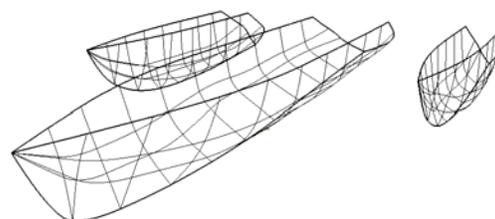
Berikut ini adalah *original model* dari *hull form trimaran* yang dibuat dengan pembagian jarak *station*, *waterline* dan *buttock line* kapal sebagai berikut :

Tabel 4 Jarak *Station*, *Waterline*, dan *Buttock Line* Kapal

| Station | Jarak | Jarak | | Jarak | |
|---------|-------|-------|------|-------|------|
| | (m) | WL | (m) | BL | (m) |
| 1 | 1,40 | 1 | 0,08 | 1 | 0,40 |
| 2 | 2,80 | 2 | 0,15 | 2 | 0,80 |
| 3 | 4,20 | 3 | 0,23 | 3 | 1,20 |
| 4 | 5,60 | 4 | 0,30 | | |
| 5 | 7,00 | 5 | 0,38 | | |
| 6 | 8,40 | 6 | 0,45 | | |
| 7 | 9,80 | 7 | 0,53 | | |
| 8 | 11,20 | 8 | 0,60 | | |
| 9 | 12,60 | 9 | 0,68 | | |
| 10 | 14,00 | 10 | 0,75 | | |



Gambar 4 *Lines Plan* Trimaran

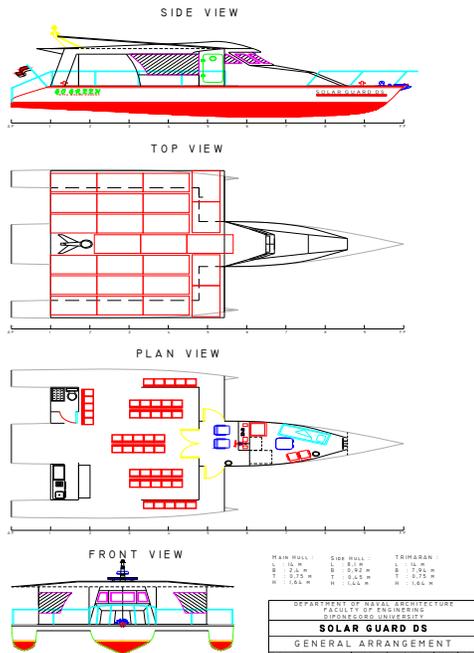


Gambar 5 Bentuk 3D *Hull Form* Trimaran

Gambar 4 adalah bentuk *lines plan* badan kapal yang telah dirancang. Dan gambar 5 adalah bentuk 3D yang dibentuk dari *lines plan* yang telah dirancang sebelumnya.

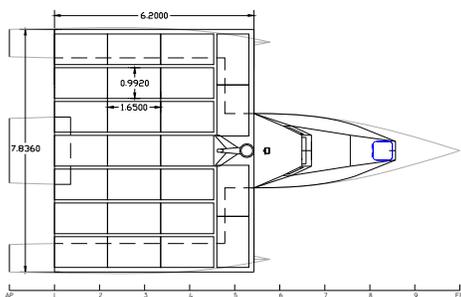
4.5 Rencana Umum Kapal

Gambaran rencana umum kapal digunakan sebagai petunjuk dalam penyusunan ruang-ruangan yang dibutuhkan. Selain itu juga untuk menentukan luasan *Solar Cell* yang dapat diletakkan di dek kapal. Kapal dirancang khusus sebagai Kapal Wisata yang mempunyai tiga buah lambung, main hull dan dua side hull dikanan dan kiri.



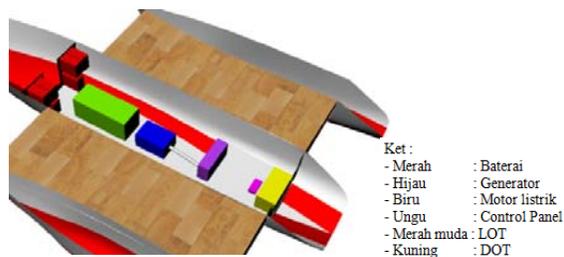
Gambar 6 Rencana Umum Trimaran

Sesuai dengan peletakan dan penyusunan ruangan di rencana umum kapal, maka jumlah *solar cell* yang dapat disusun berjumlah 25 buah.



Gambar 7 Konfigurasi Solar Cell

Peletakan dari *solar cell* disesuaikan dengan ruang yang ada di atas kapal, peletakan diusahakan seoptimal mungkin, sehingga didapat letak yang efisien.



Gambar 8 Peralatan di kamar mesin

Gambar 8 di atas adalah *layout* dari kamar mesin kamar wisata *trimaran hybrid*. Dalam perencanaan peletakan peralatan disesuaikan

dengan efisiensi tempat dan titik berat kapal secara keseluruhan. [8]

Berdasarkan buku *Parametric Design*, Michael G. Persons Chapter 11 Hal 22, berat fiberglass dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{st} = K \times E^{1,36}$$

Dimana

a

$$K = (\text{untuk kapal frigates/corvet}) \\ L(B + T) + 0,85 L(H - T) + 0,85$$

$$E = \sum h$$

h_1 = tinggi bangunan atas

l_1 = panjang bangunan atas

Sehingga dihasilkan :

Berat fiberglass : 1638,21 kg

Berat peralatan : 3522,81 kg +

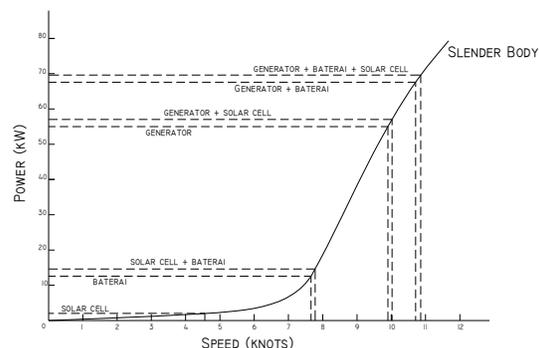
LWT : 5161,02 kg

: 5,16 ton

4.6 Analisa Hambatan dan Pemilihan Mesin Kapal

Dalam menganalisa hambatan kapal, sebelumnya kita tentukan kecepatan kapal pada tiap sumber energi. Untuk sumber dari *solar cell* adalah 4 knot, sedangkan untuk generator 10 knot. Dari analisa, untuk *solar cell* didapatkan daya 1,05 kW dengan hambatan 0,31 kN. Untuk generator didapatkan daya 47,29 kW dengan hambatan 5,52 kN. Oleh karena itu, generator ditentukan Koehler 55EFOZDJ 50Hz/1800 RPM 55 kW. Untuk motor listrik ditentukan Marathon Electric E213 100 HP 230 Volt.

Setelah menentukan daya mesin, kembali analisa hambatan dan kecepatan maksimal dari tiap mode. Dalam analisa perhitungan hambatan diketahui grafik sebagai berikut:



Gambar 9 Grafik hambatan Power vs Speed

Dari grafik 9 di atas, maka kita akan menentukan kecepatan tiap mesin yang digunakan. Parameter yang digunakan adalah Power (kW) tiap mode. Sumber energi yang digunakan dalam menggerakkan motor listrik

adalah, *Solar Cell*, Baterai, dan Generator. Nilai hambatan dan kecepatan yang didapat adalah :

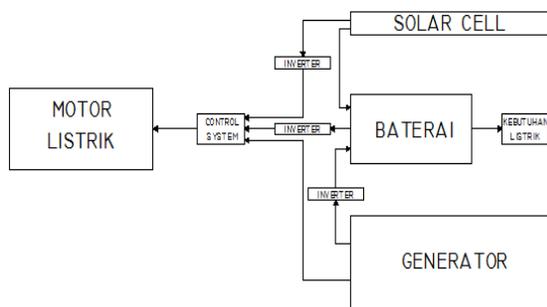
Tabel 5 Nilai kecepatan, power, dan hambatan tiap mode

| No | Mode | Kecepatan (knot) | Power (kW) | Hambatan (kN) |
|----|-------------------|------------------|------------|---------------|
| 1 | <i>Solar Cell</i> | 4,557 | 2,013 | 0,429 |
| 2 | Baterai | 7,425 | 12,59 | 1,642 |
| 3 | Generator | 9,904 | 55,00 | 5,406 |

4.7 Penentuan Variasi Sistem Hybrid

Dari tiga sumber energi, maka dapat ditentukan beberapa variasi pada sistem *Hybrid*. Berikut beberapa variasi mode yang dapat digunakan :

- Solar cell full*
- Generator *full*
- Solar cell + Generator*
- Baterai *full*
- Solar cell + Baterai full*
- Baterai *full + Generator*
- Solar cell + Baterai full + Generator*



Gambar 10 Skema mode *hybrid*

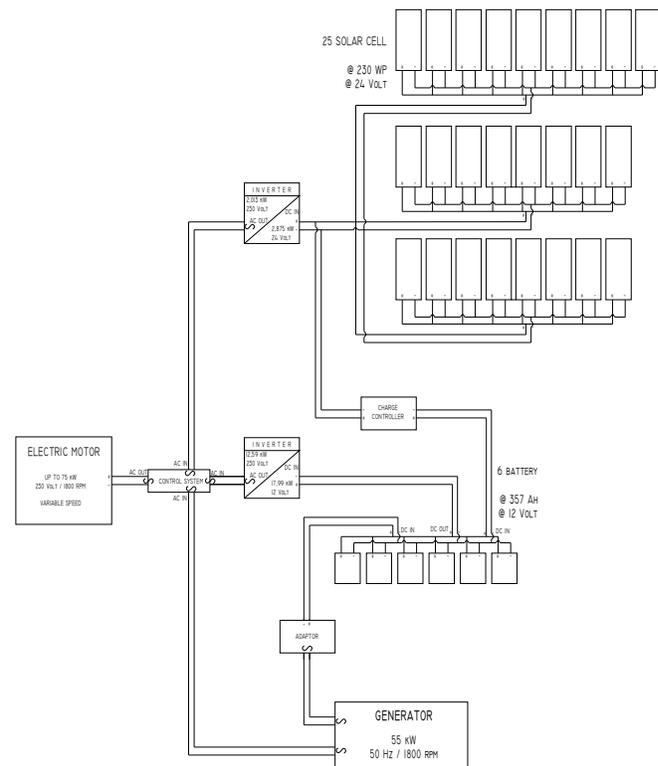
Dari beberapa skema yang ditentukan, maka dihasilkan kecepatan dan hambatan pada tiap daya yang digunakan tiap mode.

Tabel 6 Skema mode *hybrid* dan nilai kecepatan, power, dan hambatan tiap mode

| Mode | Jarak Pelayaran | Power | Kecepatan | Hambatan | Waktu pakai baterai |
|-------------------------------|-----------------|-------|-----------|----------|---------------------|
| | Seamiles | | | | |
| <i>Solar Cell</i> | | 2,01 | 4,56 | 0,43 | - |
| Generator | | 55,00 | 9,90 | 1,64 | - |
| Full Baterai | | 12,59 | 7,78 | 1,64 | 4,20 |
| <i>Solar Cell + Generator</i> | 32,50 | 57,01 | 10,02 | 5,53 | - |
| <i>Solar Cell + Baterai</i> | | 14,61 | 7,66 | 1,85 | 4,87 |
| Full Baterai | | 67,59 | 10,71 | 6,14 | 22,54 |
| Full + <i>Solar Cell</i> | | 69,61 | 10,86 | 6,24 | 23,21 |

4.8 Perencanaan *Wiring Diagram* dari Variasi *Hybrid*

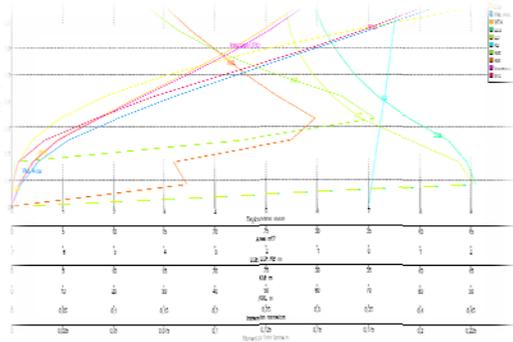
Wiring Diagram adalah gambaran suatu rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail, dari mulai simbol rangkaian sampai dengan koneksi rangkaian tersebut dengan komponen lain. Selain itu, dalam *wiring diagram* berisi skema pengawatan listrik yang dibuat berupa jalur-jalur aliran listrik mulai dari input power sampai output beban dalam satu rangkaian mesin, hingga membentuk suatu sistem kontrol mesin yang telah ditetapkan



Gambar 11 *Wiring Diagram* dari keseluruhan mode

4.9 Hidrostatik Kapal

Hasil perhitungan hidrostatik kapal wisata trimaran ini mempunyai *displacement* = 8,922 ton, $C_b = 0,252$, $LCB = -1,037$, $C_m = 0,626$, $C_p = 0,558$.



Gambar 12 Kurva Hidrostatic

4.10 Stabilitas kapal

Pada semua kondisi kapal *trimaran* mempunyai stabilitas yang stabil karena titik M diatas titik G dan nilai GZ yang paling besar terjadi pada kondisi VIII pada saat kapal tidak mengangkut penumpang dan bergerak dengan sumber energi dari solar cell.

Untuk periode oleng, menunjukkan bahwa semakin muatan dan berat *consumable* berkurang nilai dari MG semakin besar dan nilai periode oleng kapal semakin kecil. Pada kondisi VIII kapal wisata ini memiliki nilai MG yang besar dan periode oleng yang kecil, sehingga pada kondisi VIII kapal mempunyai kemampuan untuk kembali ke posisi tegak yang cepat pula. Artinya pada kondisi VIII kapal memiliki periode oleng yang kecil karena memiliki momen pembalik dan momen kopel (*righting moment*) yang cukup besar. [5]

Untuk kapal wisata, ditambah *special case* dalam hal analisa stabilitas. Diasumsikan seluruh penumpang berada di salah satu sisi kapal. Hasil analisa menunjukkan stabilitas pada kasus ini masih memenuhi standar IMO.

Tabel 7 Hasil analisa stabilitas kapal kondisi 1-4

| Criterion | IMO Minimum | Actual | | | |
|------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|
| | | K1 | K2 | K3 | K4 |
| Area 0° to 30° | 3,151 m.deg | 25,31 | 25,29 | 25,14 | 27,47 |
| Area 0° to 40° | 5,157 m.deg | 28,58 | 28,38 | 28,12 | 31,64 |
| Area 30° to 40° | 1,719 m.deg | 15,58 | 15,53 | 15,41 | 17,07 |
| Max GFZ 30°/Grtr | 0,2 m | 1,83 | 1,83 | 1,82 | 1,94 |
| Angle of Max GZ | 15 deg | 20,50 | 20,50 | 20,05 | 21,40 |
| GFMO | 0,15 m | 11,93 | 12,44 | 12,78 | 13,56 |
| Status = | Pass | Pass | Pass | Pass | |

Tabel 8 Hasil analisa stabilitas kapal kondisi 5-special case

| Criterion | IMO Minimum | Actual | | | | |
|------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|--------------|
| | | K5 | K6 | K7 | K8 | Special Case |
| Area 0° to 30° | 3,151 m.deg | 27,27 | 25,05 | 27,32 | 30,15 | 11,64 |
| Area 0° to 40° | 5,157 m.deg | 31,48 | 28,24 | 31,34 | 35,62 | 12,50 |
| Area 30° to 40° | 1,719 m.deg | 16,96 | 15,41 | 16,94 | 18,96 | 7,01 |
| Max GFZ 30°/Grtr | 0,2 m | 1,92 | 1,81 | 1,93 | 2,07 | 0,83 |
| Angle of Max GZ | 15 deg | 21,40 | 21,40 | 21,40 | 22,90 | 22,90 |
| GFMO | 0,15 m | 13,71 | 12,02 | 14,65 | 17,51 | 8,86 |
| Status = | Pass | Pass | Pass | Pass | Pass | |

4.11 Olah Gerak kapal

Dalam analisa olah gerak kapal ini menggunakan program *SeaKeeper* dengan gelombang Jonswap tipe *slight water* (spesifikasi tinggi gelombang 1,38 m dan periode gelombang 7,72 s). Hasil yang didapatkan pada semua *wave heading* (0,45,90,180 deg) kapal tidak terjadi *deck wetness*.

4.12 Perbandingan Pengembalian Modal

Penggunaan Solar Cell dan Generator

Dalam investasi sistem hybrid memerlukan biaya yang tidak sedikit. Biaya investasi dalam rangkaian solar cell Rp 254.208.000 sedangkan rangkaian generator Rp 226.600.220. Dalam analisa ekonomis ini, yang akan dibandingkan adalah jumlah trip yang harus ditempuh agar biaya investasi dan operasional akan kembali. Dengan menentukan biaya sewa kapal per trip sebesar Rp 2.500.000. Maka dari hasil perhitungan didapatkan hasil :

Tabel 9 Hasil analisa ekonomis

| | Generator | Solar Cell + Baterai | Keterangan |
|---------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| Kecepatan = | 9,90 | 7,66 | knot |
| Jarak = | 27,30 | 27,30 | seamiles |
| Waktu = | 2,76 | 3,57 | jam |
| Investasi = | Rp 226.600.000 | Rp 254.208.000 | |
| Operasional = | Rp 752.818 | - | Bahan bakar |
| Harga sewa = | Rp 2.500.000 | Rp 2.500.000 | |
| Keuntungan = | Rp 1.747.182 | Rp 2.500.000 | = Harga sewa-operasional |
| Trip = | 130 | 102 | = Investasi/keuntungan |

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan penulis yaitu Perancangan kapal *trimaran hybrid* yang difungsikan sebagai kapal wisata di perairan Kepulauan Karimunjawa maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode regresi dengan kapal pembanding, didapatkan ukuran utama kapal yaitu LOA = 14,00 m, B = 7,94 m, H = 1,64 m, T = 0,75 m
2. Hasil perhitungan hidrostatik kapal wisata trimaran ini mempunyai displacement = 8,922 ton, Cb = 0,252, LCB = -1,037, Cm = 0,626, Cp = 0,558 dengan berat LWT = 5,16 ton. Dalam analisa equilibrium sarat

pada midship = 0,748 m dengan trim 0,048 by stern. Dan hasil analisa stabilitas menunjukkan bahwa kapal memiliki nilai GZ maksimum terjadi pada kondisi VIII = 2,07 m dan nilai MG terbesar juga pada kondisi VIII = 17,51 m.

3. *Solar cell* yang digunakan berjumlah 25 buah dan baterai 6 buah. Dengan *solar cell* didapatkan daya 1,05 kW dengan hambatan 0,31 kN pada kecepatan 4,56 knot. Untuk generator didapatkan daya 47,29 kW dengan hambatan 5,52 kN pada kecepatan 9,9 knot. Dan dalam mode *hybrid* ditentukan 7 mode yaitu, *solar cell*, generator, baterai, *solar cell* + generator, *solar cell* + baterai, baterai + generator, *solar cell* + baterai + generator.
4. Dari segi analisa ekonomis, dengan asumsi sewa kapal sebesar Rp 2.500.000 per trip, maka membutuhkan 102 trip untuk mengembalikan biaya investasi *solar cell* + *baterai*, dan membutuhkan 130 trip untuk mengembalikan biaya investasi generator.

5.2 Saran

Penelitian yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (future research) antara lain :

1. Adanya sumbangsih dari penelitian-penelitian serupa yang menggunakan model secara fisik dan diuji dengan fasilitas kolam uji sangat diharapkan. Dengan harapan dapat menghasilkan data - data yang lebih riil sehingga kajian optimalisasi hullform semakin maksimal.
2. Adanya penelitian untuk menganalisa kerja hullform *trimaran* untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik yaitu dari segi hambatan dengan menggunakan metodel parametric design hasil dari beberapa tipe bentuk lambung dengan ukuran dan kapasitas muat yang sama.
3. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan memperhitungkan kekuatan dan getaran kapal. Serta perlu adanya pembahasan mengenai analisa ekonomis sehingga kapal *trimaran* ini dapat dapat dihitung kisaran biaya pembuatan dan opsional secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander W. Gray: "A Preliminary Study of Trimarans" West Virginia University
- [2] Dubrousky, V. 2001, "Multi Hull Ships" Backtone Publishing Company, USA
- [3] Hadi, Eko Sasmito dkk, 2008, "Kajian Teknis Propeller-Engine Matching Pada Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Motor Listrik Hybrid dari Solar Cell dan Genset Sebagai Mesin Penggerak Utama Kapal di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur", Semarang : UNDIP
- [4] Koenhardono, Eddy Satyo dkk, 2012, "Aplikasi Sistem Propulsi Hybrid Shaft Generator (Propeller dan Waterjet) Pada Kapal Patroli Trimaran", Surabaya : ITS
- [5] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, "Teori Bangunan Kapal", Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.
- [6] <http://disparbud.jeparakab.go.id/index.php/web/data/2.5>
(diakses pada 12 Januari 2014)
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell
(diakses pada 12 Januari 2014)
- [8] <http://www.panelsurya.com/index.php/index.php>
(diakses pada 1 April 2014)